

war) eine zusammenfassende tiergeographische Darstellung der betreffenden Gruppe für Südafrika oder für die Provinzen im Bereich der Reiseroute zu schließen, erwies sich in den meisten Gruppen als zur Zeit unausführbar. Wo unsere Kenntnisse hier zu einem übersichtlichen Faunenbild noch nicht ausreichten, wurde wenigstens anhangsweise eine Aufzählung aller zusammengehörigen Formen und Literaturdaten angestrebt. Aber auch hier zog die ungeheure Menge von bereits bekannten, aber vielfach ungenau beschriebenen, in aller Welt zerstreuten und damit einer Revision einstweilen entzogenen Formen den Bearbeitern engere Grenzen. Wo es im Interesse einer einheitlichen Darstellung wünschenswert erschien und der Rahmen des Reiseberichts nicht merklich überschritten zu werden brauchte, wurde gelegentlich auch Material verarbeitet, das von anderer Seite aus unserem Gebiet dem zoologischen Museum zu Berlin (dem meine Sammlungen gehören) zugeschickt worden war; am Namen des Sammlers sind diese Stücke kenntlich.

Die nicht unbeträchtliche Zahl von neuen Arten, die ich erbeuten konnte, zeigt, wie ergänzungsbedürftig die analytische Grundlage des tiergeographischen Bildes West- und Zentralafrikas war. Sie wird es noch lange bleiben, denn der Lücken meiner Ausbeute bin ich mir wohl bewußt; zu ihrer Erklärung seien hier einige persönliche Bemerkungen erlaubt: An der Küste war meine Hauptaufmerksamkeit einem Auftrag der damaligen Kolonialabteilung des Auswärtigen Amtes gewidmet, der Aufgabe, die Grundlagen der Fischereiverhältnisse an der südwestafrikanischen Küste und am Kap der guten Hoffnung zu untersuchen; die Berichterstattung darüber<sup>1)</sup> mußte rein wissenschaftlicher Betrachtung vielfach vorantreten.

An einer Küste, die den Sommer über von zeitweilig zu Sturm anwachsenden Südwinden gefegt, im Winter von ungehemmt anrollender Dünung bebrandet wird, ist, wer kein eigenes Dampfboot zur Verfügung hat, in erster Linie auf den Strand beim Sammeln angewiesen. Da die mittlere Fluthöhe an der südwestafrikanischen Küste nur ca. 1 m beträgt, so legt das Meer an den wenigen geschützten Stellen, die begangen werden können, am Steilufer nur wenig Fels, am Sandstrand nur einen schmalen, hart geschlagenen Streifen bei Ebbe frei. So war ich auf Gelegenheiten angewiesen, auf Küstenfahrten mit Passagierdampfern oder von Landungspinassen und kleineren Guano-Segelschiffen aus das Planktonnetz zu werfen. In der ruhigen Bucht von Angra Pequena konnte ich in bescheidenem Maße dredschen, auch in False-Bay bei Simonstown am Kap von einem Fischdampfer aus. Das Kaiserliche Reichsmarineamt hatte mir die Erlaubnis gegeben, an Bord S. M. S. „Wolf“ zu arbeiten, und dank dem kameradschaftlichen Entgegenkommen des Kommandanten und der Offiziere konnte ich trotz des strengen Vermessungsdienstes, der das Deck mit peilenden, lothenden und kartierenden Mannschaften füllte, einige Züge in wenigen Meilen Küstenabstand machen. Aber auf diese Weise ist selbst bei Ausnutzung aller Chancen eine planmäßige Durchforschung des Küstenmeeres nicht möglich; was ich bringen kann, sind Stichproben, willkommene vielleicht, da wir von den Bewohnern des deutsch-südwestafrikanischen Meeres bisher fast nichts wissen.

II. Von dem Wunsch ausgehend, die systematischen Resultate so weit als möglich mit Material aus der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der betreffenden Tiergruppe zu vervollständigen, hatte ich in verschiedenen Teilen des Nama- und Hererolandes kleine Vorräte mit verschiedenen Konservierungsflüssigkeiten gefüllter Gläser deponiert.

Nirgends hat mir der Aufstand der Herero und Hottentotten einen dickeren Strich durch die Rechnung gemacht, als mit der Zerstörung dieser Stützpunkte, mit der zugleich alle nach Ort, Zeit und Personalien ins einzelne ausgearbeiteten Pläne zum Fang trächtiger *Orycteropus*-Weibchen zu Schanden wurden. Ueberhaupt stand meine Arbeit im Binnenlande innerhalb der deutschen Grenze unter dem Zeichen des Krieges: Um das bereits Erreichte zu sichern, war ich mehrfach gezwungen, einen Ort gerade

1) L. SCHULTZE, Die Fischerei an der Westküste Südafrikas. Bericht an die Kolonialabteilung des Auswärtigen Amtes. (Abhandlungen des Deutschen Fischereivereins, Bd. IX, Berlin 1907.)

dann zu verlassen, als die ersten Resultate langwieriger Vorarbeiten zu lohnend anfangen; auch wo ich feldmarschmäßig einer Soldatenkolonne mich anschließen mußte, um überhaupt weiterzukommen, litt notwendigerweise die Sammelausrüstung und -ausbeute. Daß ich aus Mangel an Hilfskräften, die das Elend des Krieges auseinandertrieb, beim Jagen und Sammeln fast ausschließlich auf mich allein angewiesen war, daß es in der Kalahari nicht besser wurde, da die Verhältnisse mich zwangen, sie zu Beginn der heißen Zeit zu bereisen, als nach beendeter Jagdsaison an der Indolenz der Betschuanen alle Werbungen zu Diensten im freien Felde scheiterten, sei nicht verschwiegen, damit man an die Ergebnisse, wo ihre Bescheidenheit auffällt, den Maßstab lege, an dem Arbeiten jenseits des Kulturbereichs zu messen sind.

Andererseits konnte ich mir die Opfer des Krieges zu nutze machen und frischen Leichen von Eingeborenen Teile entnehmen, die das Studium des lebenden Körpers (gefangene Hottentotten standen mir häufig zu Gebote) willkommen ergänzten. Wer dem Menschen im System des Tierreiches den Ort anweist, den LINNÉ ihm gab, sieht in den gelbhäutigen Urbewohnern Südafrikas nicht allein ein Problem ur- und kulturgeschichtlicher Forschung, sondern sieht in ihnen nicht zum geringsten auch einen Angriffspunkt für dieselbe Methode vergleichender Zergliederung, die wir auf den engeren Kreis zoologischer Objekte anwenden, die uns mit derselben Hoffnung einer formalen zunächst und weiter einer historischen Erkenntnis, wie beim Studium einer alten relikten Tiergruppe so auch bei einer aussterbenden Species unseres eigenen Geschlechts leiten soll.

Die Ergebnisse der embryologischen und vergleichend-anatomischen Untersuchungen mit Einschluß derer am Menschen werden im II. Bande dieser Reiseergebnisse vereinigt.

Für die Bereitwilligkeit, die Ergebnisse der Bearbeitung meiner Sammlungen in diesen Denkschriften erscheinen zu lassen, bin ich der Medizinisch-Naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Jena zu großem Dank verpflichtet. Dem Verleger, Herrn Dr. GUSTAV FISCHER, dessen opferfreudiges Entgegenkommen alle finanzielle Besorgnis der Herausgabe zerstreute, spreche ich hier noch einmal meinen wärmsten Dank aus.

Jena, im Oktober 1907.

L. S. SCHULTZE.

# I. Protozoa.

*Pyenothrix monocystoides*, nov. gen. nov. spec.

ein neues ciliates Infusor aus dem Darm von *Procavia* (*Hyrax*) *capensis* (Pallas).

Von

Dr. H. Schubotz,

Assistent am zoologischen Institut der Universität Berlin.

---

Mit Tafel I—III.

---





Das dieser Untersuchung zu Grunde liegende Material überließ mir, durch freundliche Vermittelung des Herrn Geheimrat F. E. SCHULZE, Prof. LEONHARD SCHULTZE gütigst zur Bearbeitung. Beiden Herren sage ich hiermit meinen verbindlichsten Dank.

Das Material wurde vom Reisenden aus dem Dünndarm eines frisch erlegten Klippdachses gesammelt, zum größeren Teil in Formol, zum kleineren in Sublimat konserviert und in Alkohol aufgehoben. Es war ziemlich reichlich, drei kleine Reagenzröhrchen zur Hälfte gefüllt, aber, wie sich später herausstellte, leider doch noch nicht reichlich genug, um alle Geheimnisse dieser hochinteressanten Infusorien aufdecken zu können.

Es ist bemerkenswert, daß die Erhaltung der mit Formol konservierten Tiere wider Erwarten gut war, denn Formol ist gemeinhin in der Protozoenforschung verpönt. Nur die feinsten Strukturverhältnisse des Protoplasmas sowohl wie der Kerne hatten offenbar durch die allzugroße Härtung gelitten. Dagegen war das mit Sublimat fixierte Material so gut wie nicht verwendbar. Die Tiere strotzten von Sublimatkristallen und konnten nur durch längere Einwirkung von starker Jodjodkaliumlösung davon befreit werden, wodurch wiederum die Färbbarkeit sehr stark beeinträchtigt wurde. Ich benutzte zur Färbung der ganzen Tiere nach einigem Probieren ausschließlich mit Salzsäure angesäuerten Boraxkarmin. Je nach der Konzentration der Lösung blieben die Tiere hierin 3—24 Stunden, wurden dann 24 Stunden mit Salzsäure-Alkohol differenziert, entwässert, mit Nelken- oder Cedernholzöl aufgehellert und in letzterem oder in Dammarharz unter einem gestützten Deckglase untersucht.

Schnittpräparate in Dicke von 1—5  $\mu$  färbte ich mittels DELAFIELDSchem Hämatoxylin, Eisenhämatoxylin mit und ohne Kombination mit VAN GIESON-Färbung, Safranin-Gentianaviolett-Orange nach FLEMMING und Holzessig-Safranin nach v. MAEHRENTHAL. Alle diese Methoden gaben gute Resultate, die besten freilich die HEIDENHAINSche. Die nicht genügende Menge des Materials und die natürlich nicht erstklassige Konservierungsmethode, welche aber durch die besonderen Verhältnisse, unter denen die Tiere gesammelt wurden, mehr als entschuldigt wird, setzten den Resultaten meiner Untersuchung Grenzen, insofern es mir nicht gelang, den ganzen Ablauf der Teilung wie die geschlechtlichen Vorgänge zu ermitteln. Andere Grenzen setzte mir meine nahe bevorstehende Abreise nach Zentralafrika als Mitglied der wissenschaftlichen Expedition des Herzogs ADOLF FRIEDRICH VON MECKLENBURG. Infolgedessen mußte ich es mir versagen, die Rolle des Nebenkernes bei der Teilung eingehend zu verfolgen, was nur durch sorgfältige und zeitraubende Schnittserien durch die in Teilung befindlichen Objekte möglich gewesen wäre. Andererseits gibt mir dieses augenblickliche Hindernis einer noch gründlicheren Untersuchung aber die Hoffnung, vielleicht durch Beobachtung der lebenden Tiere und Beschaffung neuen konservierten Materiales selber zur Ausfüllung der noch bestehenden großen Lücken beitragen zu können.

## *Pycnothrix monocystoides* nov. gen. nov. spec.

### Allgemeiner Bau.

Der Habitus dieses Tieres stimmt so auffallend mit dem kleiner Nematoden überein, daß selbst Herr Dr. L. SCHULTZE es auf den ersten Blick hin zu diesen Parasiten rechnete. *Pycnothrix monocystoides* hat eine ausgesprochen spindelförmige Gestalt. Ihr größter Umfang liegt in der Nähe des cylindrischen Vorderendes, während das Hinterende sich gleichmäßig verjüngt und abflacht (vergl. die Querschnittsbilder Figg. 44 a—c). Die Form erinnert, bei schwacher Vergrößerung betrachtet, auffällig an die der monocystiden Gregarinen. Das Tier ist eins der größten Protozoen und übertrifft alle bekannten ciliaten Infusorien bei weitem. Die Länge der von mir gemessenen Exemplare schwankt zwischen ca. 2,2 und 3,2 mm, ihr größter Dickendurchmesser zwischen ca. 0,25 und 0,5 mm. Der ganze Körper ist gleichmäßig mit überall annähernd gleich langen, ca. 15  $\mu$  messenden Cilien bedeckt, so dicht, daß die Körperoberfläche bei höherer Einstellung einen gleichsam pelzartigen Anblick gewährt. Die Trennung von Ecto- und Endosark ist ungewöhnlich scharf und auffallend.

Das Ectosark umgibt als eine mächtige, ca. 50  $\mu$  dicke Hülle das ganze Tier und wird nur nach dem Hinterende hin ein wenig dünner. Es macht einen dichteren Eindruck als das Endosark und läßt schon bei schwächerer Vergrößerung eine feine, quengerichtete Strichelung erkennen. Ueber das ganze Ectosark ziemlich gleichmäßig verteilt sind ferner kleine, ca. 8  $\mu$  große, helle, rundliche Bläschen. Bei günstiger Lage des Tieres kann man fast über seine ganze Länge hin zwei deutliche Linien verlaufen sehen, die „Wimperfurchen“. Sie beginnen in etwas ungleicher Entfernung vom Vorderende, ca.  $\frac{1}{10}$  der Gesamtlänge vom vorderen Pole entfernt, an zwei entgegengesetzten Punkten eines queren Durchmessers, und verlaufen schwach spiralig gewunden bis zum hinteren Pol. Sie gehören in ihrer ganzen Ausdehnung dem Ectosark an. Vom Endosark scheidet das Ectosark eine ebenfalls schon bei schwacher Vergrößerung sichtbare feine Linie.

Das Endosark erscheint weniger dicht als das Ectosark. Es enthält außer dem Kern und dem gleich zu besprechenden Kanalsystem normalerweise keinen größeren Inhaltkörper, wohl aber schmarotzen in ihm häufig kleine Nematoden. Das von mir wegen der in ihm enthaltenen gelben Körnchen vorwiegend als excretorisches Organulum aufgefaßte Kanalsystem mündet mit einem stets vorhandenen und stets an derselben Stelle liegenden Porus (Fig. 1 *Exp.*) nach außen. Diese Stelle liegt etwa auf der Grenze zwischen dem zweiten und letzten Drittel des Körpers. Von dem Porus aus erstreckt sich ein Kanal anfangs dünn, bald aber weiter werdend, nach vorn und gibt nach kurzem Verlauf, vorwiegend nach einer Richtung hin, Verästelungen ab. Das Lumen dieser Röhren wird bald enger, bald weiter. Zuweilen kann man Anastomosen beobachten. Die Kanäle enden an verschiedenen Stellen, die am weitesten sich nach vorn erstreckenden in der Regel kurz vor dem Kern, blind im Endoplasma, ohne sich vorher wieder erheblich verengert zu haben. Nach hinten von dem Excretionsporus sah ich nur ganz ausnahmsweise einen kurzen, sich wenig verzweigenden Kanal vom Hauptkanal abbiegen. Das Kanalsystem dringt, abgesehen vom ausführenden Kanal, welcher das Ectosark durchsetzt, nirgends in dasselbe ein.

Der Kern imponiert durch seine bedeutende Größe und starke Färbbarkeit mit Boraxkarmin. Er ist in ruhendem Zustande kugelförmig und mißt ca. 100  $\mu$  im Durchmesser. Sein Bau ist sehr kompakt. Eine Membran ist nicht deutlich. Seiner Oberfläche ist ein etwa linsenförmiges Körperchen eingelagert, das sich mit Boraxkarmin nicht färbt und daher stets weiß aussieht. Der Längsdurchmesser dieses Körperchens



beträgt ca. 20, der Dickendurchmesser ca. 6  $\mu$ . Das regelmäßige Auftreten, die Lage dicht an der Oberfläche des Kernes und die schwache Färbbarkeit hat dieses Körperchen mit den Nebenkernen der Ciliaten gemeinsam, weshalb seine Deutung in diesem Sinne berechtigt erscheinen wird, wenn ich auch die Rolle, welche es bei der Teilung und Conjugation spielt, nicht feststellen konnte. Außer diesem Nebenkern enthält der Macronucleus noch Binnenkörperchen in verschiedener Form und Anzahl. Meistens sind zwei vorhanden. Es kommen aber auch zehn und mehr vor. Gemeinsam ist diesen Binnenkörpern — den Ausdruck Nucleolen vermeide ich aus bestimmten, später zu erörternden Gründen — ein bläschenförmiger Bau. Innerhalb dieser Bläschen, die keine eigene Membran zu besitzen scheinen, erkennt man ein körnig zusammengesetztes Körperchen, das in einer Flüssigkeit schwimmt.

Ich möchte gleich an dieser Stelle auf das verschiedene Verhältnis hinweisen, welches bei verschiedenen Tieren zwischen der Masse des Kernes und Plasmas besteht, und das mir im Laufe meiner Untersuchung öfter auffiel. Um dies zu erläutern, habe ich in den Figg. 1 und 2 bei derselben Vergrößerung zwei Tiere wiedergegeben, welche eine offenbar ganz verschiedene „Kernplasmaspannung“ im HERTWIGschen<sup>1)</sup> Sinne besitzen. Der absolut größere Kern des kleineren Tieres ist offenbar durch Flüssigkeitsaufnahme stark aufgequollen, ein Vorgang, auf den ich später näher eingehen werde. Ich war anfangs geneigt, diese verschiedenen Formen in Beziehung zur geschlechtlichen Fortpflanzung zu bringen, fand dafür aber keine sicheren Belege.

### Feinerer Bau.

Ectosark. Das überaus stark entwickelte Ectosark, welches auf Querschnitten etwa 48  $\mu$  dick ist, läßt schon bei mittleren Vergrößerungen, abgesehen von den Cilien, drei verschiedene Schichten erkennen: die äußerste, dünnste und anscheinend homogene, am intensivsten färbbare Schicht, eine mittlere, etwas dickere, scheinbar fein gekörnelte, in Wirklichkeit aber von feinen Fibrillen radiär durchsetzte, und eine innere, viel breitere, in der zahlreiche nach innen an Dicke zunehmende Myoneme verlaufen. Das ganze Ectosark ist durch einen ungewöhnlichen Reichtum an Fibrillen charakterisiert, was sich sehr hübsch darin äußert, daß es auf Schnitten, die nach VAN GIESON gefärbt sind, auffallend gelb im Gegensatz zu den rötlich gefärbten Cilien und dem Endosark erscheint. Die äußerste, in Fig. 35, Taf. III mit 1 bezeichnete ca. 2  $\mu$  dicke Schicht löst sich bei starker Vergrößerung auf 1—2  $\mu$  dünnen Schnitten in zwei verschiedene auf: die peripher gelegene, dunkel tingierbare, dünne Membran und eine unter dieser gelegene dickere, homogen erscheinende Schicht. Mit den besten Systemen konnte ich erkennen, daß die äußerste Membran aus den verdickten Basalstücken der Cilien zusammengesetzt ist. Die außerordentlich dichte Insertion der Cilien bringt es mit sich, daß selbst auf den 2  $\mu$  dicken Schnitten die dicht aneinandergelagerten Fußstücke, Basalkörperchen, eine Membran vortäuschen. Ob diese Membran nur aus den Basalkörperchen oder aber noch aus einer plasmatischen Grundsubstanz, der sie eingelagert sind, besteht, muß ich dahingestellt sein lassen. Für die letztere Annahme spricht die Tatsache, daß sich die Basalkörperschicht zuweilen von der unter ihr liegenden homogenen Lamelle streckenweise abhebt. Diese ca. 2  $\mu$  dicke, homogene und schwächer färbbare Lamelle erweist sich bei starker Vergrößerung in radiärer Richtung äußerst zart gestrichelt, und zwar entspricht die Anzahl dieser sehr zarten Fibrillen der Anzahl der Cilien. Das Vorhandensein dieser Streifung ist schwer nachzuweisen. Ich konnte mich dennoch mit Sicherheit davon überzeugen an Schnitten, auf denen sich die Basalkörperschicht abgehoben hatte. Außer dieser radiären

1) R. HERTWIG, Ueber das Problem der sexuellen Differenzierung. Verhandl. d. Deutschen Zoolog. Gesellschaft, 1905 und 1906.

Streifung ist keine Struktur an der Lamelle wahrnehmbar. Auf sie folgt nach innen die auf Fig. 35, Taf. III mit 2 bezeichnete, ca.  $9\ \mu$  breite Schicht, welche die oberflächlichen Vacuolen enthält. Sie erscheint heller und feiner strukturiert als der unter ihr liegende mit 3 bezeichnete Teil des Ectosarks. In radiärer Richtung wird sie ebenfalls von feinen Fibrillen durchsetzt, die aber im Vergleich mit denen der äußeren Lamelle weit größer sind. Jede Fibrille dieses mittleren Teiles des Ectosarks schwillt an der Grenze gegen die äußere Lamelle in ein mit Eisenhämatoxylin scharf und dunkel tingierbares Körnchen an. Auch diese Körnchen scheinen der Anzahl der Cilien zu entsprechen. Nach innen setzen sich die Fibrillen in die proximale, ca.  $37\ \mu$  breite Schicht (3 Fig. 35, Taf. III) des Ectosarks hinein fort und treten oft in Verbindung mit den hier vorhandenen derberen Myonemen. Die mittlere Partie des Ectosarks enthält stets die über die ganze Oberfläche des Tieres annähernd gleichmäßig verteilten Vacuolen. Dieselben sind etwa kugelig, ungefähr  $8\ \mu$  groß und besitzen keine eigene Wand. Zwar konnte ich an ihnen bei Eisenhämatoxylin-VAN GIESON-Färbung gelegentlich eine rotgefärbte, zarte, innere Kontur wahrnehmen, doch schien mir dieselbe aus dicht aneinander gelagerten plasmatischen Körnchen gebildet zu sein. Eine Oeffnung nach außen habe ich an den kleinen Vacuolen niemals gesehen. Sie wurden immer durch die äußere Lamelle von der Körperoberfläche geschieden. Die Vacuolen waren auf meinen Präparaten meistens leer. Nur wenige enthielten ein körnig zusammengesetztes, gelbes Gebilde, wie es in den kleineren, tiefer gelegenen Vacuolen häufig zu finden ist (Taf. III, Fig. 35 Cr.).

Die innerste, ca.  $37\ \mu$  messende Schicht des Ectosarks (3 Fig. 35, Taf. III) ist charakterisiert durch ihren außerordentlich großen Reichtum an Myonemen. Dieselben sind proximal, an der Grenze gegen das Endoplasma am mächtigsten entwickelt, verzweigen sich, kreuz und quēr verlaufend, im Ectosark und werden peripher dünner. Ins Endoplasma hinein erstrecken sich die Myoneme niemals. Auf Querschnitten sieht man sogar eine ebenso wie die Myonemen tingierte feine Linie, die sich an der in Fig. 35 wiedergegebenen Stelle ein wenig von den Myonemen abgehoben hat, eine scharfe Grenze gegen das Endoplasma bilden. Auf geeigneten Längsschnitten erkennt man, daß die Myonemschicht aus zweierlei verschieden gerichteten Elementen besteht, circulär verlaufenden, tiefer gelegenen und höher, d. h. distal liegenden, längsgerichteten. Erstere sind annähernd parallel und gerade verlaufend, letztere schwach gewellt, so daß häufig Kreuzungen und wohl auch Anastomosen zu stande kommen. Ueber die feinere Struktur dieser Gebilde vermag ich nicht viel zu sagen. Sie erschienen mir meistens homogen, seltener schwach gekörnelt, scheinbar varikös. Es ist möglich, daß bessere Konservierungsmethoden uns hierin noch einen tieferen Einblick gewähren. Dasselbe ist auch bezüglich der feineren Struktur der Grundsubstanz des Ectosarks zu erwarten. Eine deutliche Organisation konnte ich hierin nicht wahrnehmen. In seiner ganzen Ausdehnung war es von mehr oder weniger dicht gelagerten Körnchen durchsetzt. Ferner enthielt es, und zwar hauptsächlich die proximale, dickste Partie, zahlreiche in kleinen Vacuolen liegende, kristallinische, gelbe Einschlüsse.

Dieses sehr komplizierte Ectosark verursacht einer Einteilung in dem bei ciliaten Infusorien fast allgemein zutreffenden Sinne in Pellicula, Alveolarschicht und Corticalplasma einige Schwierigkeiten. Zunächst gibt es kein bekanntes Infusor, dessen Ectoplasma in Bezug auf Mächtigkeit auch nur annähernd mit dem von *Pycnothrix monocystoides* zu vergleichen wäre. Bei keiner Form ist ferner die Grenze zwischen Ecto- und Endosark ähnlich scharf wie bei unserem Tier. Das sogenannte Corticalplasma, der innerste Teil des Ectosarks der Ciliaten, ist vom Endoplasma hauptsächlich durch seine dichtere Struktur unterschieden, geht aber im übrigen direkt in dasselbe über. Dagegen kommt bei *Pycnothrix* durch die außerordentliche Ausbildung der Myoneme und ihre Verlagerung in die Tiefe eine förmliche Scheidewand zwischen Endo- und Ectosark zu stande. Die Eigentümlichkeit der Myoneme, sich nur in das Ectosark hineinzuerstrecken, das Endosark aber durchaus zu meiden, verleiht ersterem eine viel derbere Beschaffenheit,



die sich dem Auge ohne weiteres auf Schnitten sowohl wie am ganzen Tiere dokumentiert. Das Ectosark umgibt hier gleichsam als ein derber Schlauch das weichflüssige Endoplasma.

Zu einer Homologie der 3 Ectoplasmaschichten von *Pycnothrix* mit denen als Pellicula, Alveolarschicht und Corticalplasma unterschiedenen Teilen des Ciliatenectosarks kommen wir dann, wenn wir die Schicht 1 der Fig. 35, Taf. III, als Pellicula + Alveolarschicht, die Schichten 2 + 3 aber als Corticalplasma auffassen. Nach den schönen Untersuchungen H. N. MAIERS<sup>1)</sup> wird die Pellicula der Infusorien ebenso wie die Alveolarschicht von den im Corticalplasma liegenden, aus Basalkörperchen entspringenden Cilien durchsetzt. Ein Fortsatz der Cilien über die Basalkörperchen ins Endoplasma hinein besteht aber nur bei Membranellen und Cirren. Es fragt sich nun, ob wir bei *Pycnothrix* die zu äußerst liegenden, eine Schicht bildenden Fußstücke der Cilien als Basalkörperchen auffassen sollen oder die auf der Grenze zwischen 1 und 2 (Fig. 35) befindlichen, sich ebenfalls mit Eisenhämatoxylin stark tingierenden Körnchen. Ich konnte die feinen Fibrillen, welche die unter der Fußstückchenlage liegende homogene Ectoplasmaschicht durchsetzen, nicht mit aller Sicherheit als Verbindungen der Fußstückchen der Cilien mit den angeschwollenen Enden der Fibrillen der mittleren Ectosarkschicht nachweisen. Dennoch scheint mir ein solcher Zustand wahrscheinlich, weil nämlich die Zahl der Fibrillen in 1 und die der dunklen Körnchen auf der Grenze von 1 und 2 anscheinend der Anzahl der Cilien entsprechen. Eine weitere Stütze findet diese Auffassung darin, daß an Stellen, wo die Cilien nicht radiär zur Körperoberfläche gerichtet sind, sondern mehr tangential, auch die Fibrillen der mittleren Ectosarkschicht diese Richtung besitzen. Wir hätten hier also den interessanten Fall eines direkten Zusammenhanges der Cilien mit den Myonemen. Ferner hätten die Cilien von *Pycnothrix* zwei Basalkörperchen; es bestünden mithin hier ähnliche Verhältnisse wie beispielsweise bei den Darmzellen der Muscheln und den Epidermiszellen der Turbellarien. Indessen muß ich zugeben, daß für die Begründung dieser Auffassung noch eine erneute Untersuchung besser konservierten Materials erwünscht ist. Die Form der Basalkörperchen bei *Pycnothrix* ist übrigens keine so scharf umgrenzte, eiförmige oder kuglige, wie für Ciliaten und Metazoen beschrieben worden ist. Sie sind zwar sehr deutlich, wegen ihrer starken Färbbarkeit mit Eisenhämatoxylin, aber meist von mehr länglicher Form und stellen meiner Meinung nach einfach Verdickungen der Cilien resp. ihrer Wurzeln dar.

Verlängerung der Wimperorgane ins Endoplasma hinein, sogenannte Basalfibrillen, sind bei Ciliaten bereits früher beschrieben worden [ENGELMANN<sup>2)</sup>, MAIER<sup>3)</sup>, THON<sup>4)</sup> u. a.]. Jedoch finden sie sich nur bei Membranellen und Cirren.

Es drängt sich nun die Frage auf, ob die Myoneme funktionell in Beziehung treten zu den Cilien. Dies scheint mir a priori unwahrscheinlich, weil ich nach den Untersuchungen SCHUBERGS<sup>5)</sup> über den feineren Bau der Cilien seine Auffassung der Wimperbewegung als eine autonome für genügend begründet halte, zumal sie einer oft gemachten Beobachtung entspricht. Ich möchte daher auch für *Pycnothrix* annehmen, die Funktion der Wimperwurzeln sei eine stützende, welche durch den Zusammenhang mit den Myonemen noch eine Erhöhung erfährt.

Die aus den äußeren Fußstücken der Cilien gebildete Schicht glaube ich mit Recht als Pellicula bezeichnen zu dürfen. Ebenso dürfte die unter ihr liegende radiär gestrichelte, 2  $\mu$  dicke Schicht dem Alveolarsaum homolog sein. Ob sie in der Tat alveolär gebaut ist, wäre allerdings noch zu beweisen. Die sehr zarten Fibrillen, „Wimperwurzeln“, sind zweifellos differenzierte Gebilde, die vielleicht in den

1) H. N. MAIER, Ueber den feineren Bau der Wimperapparate der Infusorien. Arch. f. Protistenkunde, Bd. II, 1903.

2) TH. W. ENGELMANN, Zur Anatomie und Physiologie der Flimmerzellen. PFLÜGERS Arch. f. die ges. Physiol., Bd. XXIII, 1880.

3) MAIER, l. c. p. 10.

4) KAREL THON, Ueber den feineren Bau von *Didinium nasutum*. Arch. f. Protistenkunde, Bd. V, 1905.

5) A. SCHUBERG, Ueber Cilien und Trichocysten einiger Infusorien. Arch. f. Protistenkunde, Bd. VI, 1905.



Alveolenkanten liegen. Die beiden inneren Schichten des Ectosarks, die wir danach notgedrungen zusammen als Corticalplasma auffassen müssen, weichen, abgesehen von ihrer ungewöhnlichen Verdickung, noch in einigen anderen Punkten von der BÜTSCHLISCHEN Definition dieses Teiles des Ectosarks ab. BÜTSCHLI<sup>1)</sup> schreibt p. 1277 seines großen Protozoenwerkes:

„Was gewöhnlich als Corticalplasma bei vielen Holo-, Hetero- und Peritrichen bezeichnet wird, ist eben eine mäßig dicke Schicht homogenen und durchsichtiger erscheinenden Plasmas, in welches Nahrungskörper nicht eintreten, worin keine vacuolären Bildungen sich finden, das ferner seine festere Beschaffenheit dadurch dokumentiert, daß es an den Verschiebungen und Strömungen des Endoplasmas keinen Anteil nimmt und endlich zuweilen durch Einlagerungen besonderer Gebilde, wie Trichocysten und vielleicht auch Pigmente, ausgezeichnet ist. Gegen das Endoplasma setzt es sich durch eine mehr oder weniger scharfe Grenze ab, geht aber natürlich direkt in dieselbe über.“

Wie ich oben bereits ausführte, ist die scharfe Trennung von Endoplasma und Corticalschicht durch die hier sehr in die Tiefe verlagerten, gleichsam eine Ringfaserschicht bildenden Myoneme, die nach BÜTSCHLI<sup>2)</sup> und SCHEWIAKOFFS Untersuchungen ursprünglich Differenzierungen der Alveolarschicht sind, ein Unterschied von den Verhältnissen anderer Ciliaten. Weitere Unterschiede sind die Scheidung der Corticalschicht der *Pycnothrix* in zwei Partien, in eine periphere, feiner strukturierte, von radiär angeordneten Fibrillen durchsetzte und in eine breitere, innere, die eine gröbere Struktur besitzt und die Hauptmasse der regellos durcheinander verlaufenden Myoneme enthält. Hierzu kommt das Vorhandensein von Vacuolen, und zwar größeren, meist leeren, peripheren und kleineren, mehr einwärts gelegenen mit kristallinischem Inhalt von vermutlich excretorischem Ursprung.

Die Wimperfurchen, deren Lage oben schon beschrieben wurde, stellen, mit stärkeren Vergrößerungen betrachtet, bei hoher Einstellung (Taf. I, Fig. 3) im Totopräparat etwa  $38\ \mu$  breite, scharf konturierte Bänder dar, in deren Mitte ein ca.  $5\ \mu$  breiter Spalt verläuft. Die Bänder sind, wie das ganze Tier, bewimpert, erscheinen aber etwas stärker lichtbrechend als ihre Umgebung. Bei tieferer Einstellung (Fig. 4) buchtet sich die eine Hälfte des Bandes in unregelmäßigen Abständen stark ein und bildet auf diese Weise eine Wellenlinie. Es entstehen so gleichsam Taschen seitlich von dem hellen Spalt. Ueber jeden Wellenberg der Linie verlaufen zahlreiche sich kreuzende Myoneme, die größtenteils an den äußeren Konturen der Wimperfurchen inserieren, zum kleineren Teil sich aber auch ins umgebende Plasma verfolgen lassen. Die sich kreuzenden Myoneme dienen offenbar dem Verschuß der Rinne und sind etwa Sphincteren vergleichbar (Taf. I, Fig. 4; Taf. III, Fig. 36).

Auf Querschnitten sieht die Furche klammerförmig aus (Figg. 39, 40). Die beiden Arme der Klammer werden von stark fasrig strukturiertem Plasma gebildet, dessen Elemente teilweise weit in das Endoplasma hineinragen und hier frei endigen. Man überzeugt sich ohne weiteres, daß die Furche durch eine Einbuchtung des Ectoplasmas gebildet wird. Pellicula und Alveolarschicht und demgemäß auch die Bewimperung sind auf jedem Querschnitt annähernd gleich weit, etwa bis zur Grenze von Ecto- und Endosark hinein zu verfolgen. Die in regelmäßigen Abständen erfolgenden tieferen Ausbuchtungen betreffen das Endoplasma. Die von Pellicula und Alveolarschicht gebildete äußere Wandung der Tasche, die in der Regel an der einen Seite etwas tiefer in den Zellleib sich erstreckt als an der anderen (Figg. 39, 40), setzt sich, durch eine kleine Ringfurchen unterbrochen, ebenfalls doppelt konturiert, aber nicht bewimpert, von Strecke zu Strecke ins Endoplasma hinein fort. Die tiefer gelegene Taschenwandung ist also als ein Produkt des Endoplasmas aufzufassen. Nach dem äußersten Zipfel jeder Tasche hin hört die Wandung

1) O. BÜTSCHLI, Protozoa, 1889.

2) O. BÜTSCHLI, l. c. p. 1293.

auf und hier besteht offenbar eine Kommunikation mit dem Endoplasma. Nur auf wenigen Schnitten fand ich die Tasche so weitleumig und deshalb die Verhältnisse so klar wie in Fig. 39. Meist waren die Wände der Tasche im Endoplasma komprimiert, wie es die Fig. 40 darstellt. Auf Schnitten durch die flachen, nicht taschenförmig ausgebuchteten Stellen der Rinne sieht man, daß sie die circuläre Myonemschicht hier nicht erreicht (Fig. 44 a—c). Häufig ist auf einem solchen Schnitte, der einem Querschnitt durch einen Wellenberg der Fig. 4, Taf. I, entspricht, die tiefste Stelle der Rinne von mehreren sich kreuzenden Myonemen umgeben. Seitlich von den sich in das Endoplasma hinein erstreckenden bündelförmigen Faserzügen, welche am ectoplasmatischen Teil der Furchenwand inserieren, sieht man noch ein gleichgerichtetes Myonem verlaufen, das in die circuläre, Ecto- und Endosark trennende Myonemschicht übergeht. Es ist mit Eisenhämatoxylin dunkler färbbar als die Faserbündel und steht ferner durch nahezu senkrecht zu ihm gerichtete, feinere Fibrillen mit der äußeren Körperwand in Verbindung (Figg. 39, 40). Auf Fig. 36 gebe ich einen mit Eisenhämatoxylin gefärbten Längsschnitt durch die Wimperfurche wieder. In der linken Hälfte des Bildes ist nur das Ectosark getroffen. Rechts verläuft der Schnitt tiefer ins Endoplasma hinein. Demgemäß sieht man links die netzförmigen Myonemstrukturen im Ectosark, rechts nur die Grenzlinie zwischen Endo- und Ectosark. Zwischen beiden Teilen spannen sich, sphincterförmig je eine Tasche umgebend, die in Fig. 4, Taf. I, dargestellten Faserbündel aus.

Ich hege keine Zweifel, daß die Wimperfurchen der Nahrungsaufnahme dienen, denn andere präformierte Kommunikationen der Außenwelt mit dem Endoplasma als die Taschen im Grunde der Furchen gibt es, abgesehen von dem später zu beschreibenden After, nicht. Wir können mithin in den Furchen Bildungen sehen, die den Peristomfeldern der Ciliaten analog sind. Die taschenförmige Ausbuchtung wäre dann mit dem Cytopharynx resp. Cytostom vergleichbar. *Pycnothrix* unterscheidet sich aber von allen bekannten Ciliaten durch den Besitz zahlreicher derartiger Mundöffnungen. Ferner ist die Einstülpung nicht nur ein Produkt des Ectosarks, sondern der tiefer gelegene Teil ihrer Wand geht aus dem Endosark hervor.

Die sehr reichliche Ausstattung der Wimperfurchen mit Myonemen findet bei Ciliaten nichts Entsprechendes, es sei denn, daß man auf den sogenannten mittleren Strang bei *Didinium* hinwiese, dessen Fibrillenreichtum THON<sup>1)</sup> beschrieb.

### Das Endosark.

Bezüglich des Endosarks kann ich mich kurz fassen. Es ist bedeutend einförmiger als das stark differenzierte Ectosark. Seine Struktur ist eine deutlich schaumige und erscheint dadurch viel lockerer als die des Ectotarks. Die Größe der Vacuolen schwankt zwischen 1 und 4  $\mu$ , noch größere Lücken dürften auf mangelhafte Konservierung zurückzuführen sein. Zahlreiche Körnchen sind dem Gerüstwerk eingelagert. Ob dasselbe noch eine feinere eigentliche Plasmastruktur besitzt, konnte ich nicht erkennen. Faserige Bildungen fehlen im Endosark vollständig, mit Ausnahme der hier frei endenden, welche aus den Wandungen der Wimperfurchen kommen. Demgemäß färbt sich das Endosark stets anders als das Ectosark: bei VAN GIESON-Färbung rot, im Gegensatz zum gelb erscheinenden Ectosark, bei Hämatoxylin-Eosinfärbung dagegen blau, während dann das Ectosark rot wird. An Tieren, deren Ectosarkumhüllung geplatzt und deren Endosark herausgequollen war, konnte man erkennen, daß letzteres zähflüssig ist. Es besitzt dann ein deutlich streifenförmiges Aussehen. Nahrungspartikelchen und krystallinische Körper nahm ich nicht in ihm wahr. Desgleichen beobachtete ich keine Vacuolen.

1) KAREL THON, l. c. p. 11.

Jenaische Denkschriften. XIII.



### Das Kanalsystem.

Der völlige Mangel von Vacuolen wird anscheinend aufgehoben durch ein eigentümliches, meistens sehr deutliches Kanalsystem (Fig. 1). Nur in selteneren Fällen habe ich es vermißt, bei Tieren, die in Teilung begriffen waren, sonst war es, mehr oder weniger entwickelt, stets vorhanden. Seine präformierte Oeffnung, der „Excretionsporus“, liegt etwa auf der Grenze des zweiten und letzten Körperdrittels. Von hier aus erstreckt es sich anfangs einheitlich, dann sich verzweigend, nach vorn. Oft bleibt dabei ein Hauptstamm erhalten. Die Verzweigungen enden, ohne sich erheblich zu verzweigen, blind im Endosark. Das Lumen der Kanäle nimmt nicht stetig in distaler Richtung vom Excretionsporus ab, sondern wird bald enger, bald schwillt es zu ansehnlicher Ausdehnung an. Nach hinten vom Porus sah ich nur ganz selten einen kurzen Kanal vom Hauptstamm abbiegen.

Der Inhalt dieses Kanalsystems war meist spärlich und erschien auf Längsschnitten körnelig und schwach plasmatisch gefärbt. Häufig sind gelbe Excremente in ihm erkennbar. Ich halte sie für excretorische Produkte und schließe daraus auf die Funktion des Systems. Auf Längsschnitten sowohl wie auf Querschnitten (Taf. III, Fig. 35) überzeugt man sich, daß die Kanäle eine eigene, doppelt konturierte Wand besitzen. Auf kurze Strecken vermisste ich sie allerdings, doch schien mir dies auf nachträgliche Schädigungen zurückgeführt werden zu müssen. Eine weitere Eigentümlichkeit des Kanalsystems ist seine Bewimperung, die wenigstens in dem Hauptkanal, der „Afterröhre“, mit Bestimmtheit erkennbar ist (Taf. III, Fig. 38). Mehr nach vorn nahm ich ebenfalls feine, faserige Bildungen im Lumen der Kanäle wahr, doch könnten diese vielleicht auch durch teilweisen faserigen Zerfall der Wandung entstanden sein. Diese Elemente (Taf. III, Fig. 35) standen viel weniger dicht als die Cilien im Hauptast des Systems und erfordern jedenfalls eine erneute Untersuchung an besser konserviertem Material. Bemerkenswert ist, daß das Kanalsystem sich in seiner ganzen Ausdehnung auf das Endoplasma beschränkt.

Dieses Kanalsystem scheint mir die excretorischen Funktionen der contractilen Vacuolen und die der Cytopyge der Ciliaten zu vereinen. Letztere fanden BÜTSCHLI<sup>1)</sup> und SCHEWIAKOFF bei *Nyctotherus* zu einer ansehnlichen Röhre ausgebildet und bewimpert, und H. N. MAIER<sup>2)</sup> entdeckte später die zu den Cilien gehörigen Basalkörperchen. Contractile Vacuolen, die in Zusammenhang stehen mit einem oder mehreren zuführenden Kanälen, sind bei ciliaten Infusorien nicht selten. Bei einigen Opalinen (*Diskophrya* und *Hoplitophrya*) findet sich sogar ein pulsierender Längskanal. Auch Vacuolen mit eigenen Wandungen sind neuerdings durch FAURÉ-FREMIET<sup>3)</sup> bei Vorticellen gefunden worden. Während diese aber, wie alle contractilen Vacuolen dem Corticalplasma angehören, ist das Kanalsystem der *Pycnothrix* durchaus auf das Endoplasma beschränkt.

### Die Kerne.

Macronucleus. Entsprechend der Größe des Tieres ist der Macronucleus von *Pycnothrix monocystoides* ein sehr ansehnliches Gebilde. Er ist im ruhenden Zustande fast immer kugelig, selten oval und besitzt einen Durchmesser von ca. 100  $\mu$ . Seine Struktur ist sehr dicht. Er färbt sich daher sehr intensiv mit Kernfarbstoffen, und zwar die centrale Partie etwas stärker als die periphere. Eine ausgeprägte, doppelt konturierte Membran fehlt dem Macronucleus. Nur auf mit Safranin-Holzessig oder FLEMMINGS Gemisch gefärbten Schnitten tritt eine wenig dunkler tingierte Begrenzungslinie der Kernperipherie hervor, die aber

1) O. BÜTSCHLI, l. c.

2) H. N. MAIER, l. c.

3) E. FAURÉ-FREMIET, Les membranes périvacuolaires chez les infusoires ciliés. C. rend. de séanc. d. l. Soc. d. Biologie, T. LVIII.

nur eine Verdichtung der äußersten Kernsubstanz darzustellen scheint, denn nach innen ist sie nicht scharf abgesetzt.

Nucleolen, oder besser Binnenkörper scheinen niemals im Macronucleus zu fehlen. Sie sind meist in geringer Anzahl vorhanden, können aber auch sehr zahlreich sein. Ihr Bau ist ausgesprochen bläschenförmig. In ihrem Innern befindet sich stets ein kompakter, körnig zusammengesetzter Körper, offenbar im Kernsaft suspendiert (Figg. 5, 42). Ich nehme an, daß sich diese Binnenkörper durch Teilung vermehren, da sie mit wachsender Größe an Zahl abnehmen.

Auf Schnitten durch den Macronucleus überzeugt man sich von der überaus dichten Beschaffenheit seiner Struktur. Ein Kerngerüst ist nicht erkennbar. Der ganze Körper erscheint fein gekörnelt; nach dem Mittelpunkt zu noch dichter als an der Peripherie. Der Mangel eines Gerüsts ist wohl nur ein scheinbarer, durch die Konservierungsflüssigkeit (Formol) bedingter. Diese ist offenbar gerade für die Kerne wegen ihrer starken Härtung ungeeignet, denn häufig sieht man die Kernmasse durch Faltung zerklüftet. Bei Eisenhämatoxylin- und FLEMMINGScher Färbung treten in der Grundsubstanz (Nucleolarsubstanz) des Kerns noch besonders dunkel tingierte, kleine, sehr distinkte Körnchen (Chromatin) hervor, die über den ganzen Kernkörper weit zerstreut liegen. Die gleichen Körnchen findet man auch in den Binnenkörpern und außerdem zuweilen größere, sich ebenfalls mit Chromatinfarbstoffen stark färbende (Figg. 42 und 43, Taf. III). Die Binnenkörper sind also keine echten Nucleolen, d. h. nicht nur aus Nucleolarsubstanz gebildete Körper, sondern eher Caryosomen vergleichbar.

Micronucleus. Der stets in Einzahl vorhandene Micronucleus hat die für viele Ciliaten charakteristische Lage in einer dellenförmigen Vertiefung des Macronucleus. Er ist linsenförmig, ca. 20  $\mu$  lang, 6  $\mu$  dick und größtenteils achromatisch. In mit Boraxkarmin überfärbten und mit Salzsäure-Alkohol differenzierten Präparaten, in denen der Macronucleus dunkelrot blieb, fiel der Micronucleus durch seine Farblosigkeit geradezu auf. Schnittpräparate zeigen, daß der Micronucleus aus einem dem Macronucleus unmittelbar aufliegenden lockeren Teil und einem dichten und stark lichtbrechenden Teil besteht. Ersterer enthält mehrere ziemlich große Vacuolen. Mit Eisenhämatoxylin kann man die äußere Partie in einen centralen chromatischen und einen peripheren achromatischen Teil differenzieren (Taf. III, Fig. 43). Auch in dem chromatischen Teil lassen sich noch hellere, vacuolenähnliche Gebilde wahrnehmen.

Die Regel ist, daß die Kerne stets in Einzahl bei *Pycnothrix monocystoides* vorkommen, die wenigen zweikernigen Exemplare (höchstens 10), die ich unter den Tausenden von mir angesehenen Tieren fand, durften wohl als Individuen aufzufassen sein, deren Plasmateilung aus irgend einem unbekannten Grunde nicht zustandekam, trotz Vollendung der Kernteilung.

### Kernveränderungen.

Auffällige Abweichungen von dem eben geschilderten Bau des ruhenden Kerns sind bei *Pycnothrix* keine Seltenheit. Sie äußern sich in dem Auftreten mehr oder weniger zahlreicher, offenbar mit Flüssigkeit gefüllter, schwach färbbarer Bläschen, wie sie die Figg. 6—10, Taf. I, zur Anschauung bringen. Ausnahmsweise bleiben die Bläschen so klein wie in Fig. 6. Sie liegen hier regelmäßig peripher um das kompakte Kernzentrum verteilt. Sie scheinen sich durch Zusammenfließen zu vergrößern und können große, weit hervortretende Blasen bilden. Den ganzen Vorgang fasse ich als einen rein vegetativen auf, der mit der Kernvermehrung oder Kernreduktion nichts zu tun hat. Darauf weist auch die Beobachtung hin, daß der Nebenkern von diesen Veränderungen anscheinend nicht beeinflusst wird. Wenigstens fand ich ihn in einem so stark degenerierten Macronucleus, wie ihn Fig. 9 darstellt, völlig intakt. Namentlich durch R. HERTWIG und seine Schüler sind derartige Kernveränderungen, wie sie offenbar hier vorliegen, öfter beschrieben worden.



In einem anderen Sinne scheint mir dagegen der Kernzerfall gedeutet werden zu müssen, den die Fig. 11 darstellt. Hier war der stark und ziemlich gleichmäßig gefärbte, mithin nicht mit Flüssigkeit imbibierte formlose Kern regellos und strangförmig gewunden. Einige kleine und unregelmäßige Stücke hatten sich bereits von ihm losgelöst und lagen in dem sonst normalen, nur etwas verkürzten Zelleib zerstreut. Dieses Stadium fand ich ein einziges Mal und glaube es nur als einen Zerfall des Macronucleus nach erfolgter Conjugation und Loslösung der Gameten deuten zu dürfen. Leider konnte ich trotz eifrigen Suchens den Micronucleus unter den Zerfallsprodukten nicht herausfinden.

Einer sehr bemerkenswerten Erscheinung will ich an dieser Stelle gedenken, die sich unter dem mir zur Bearbeitung überwiesenen Material oft beobachten ließ, der Tatsache nämlich, daß die Kerne vollständig ausgestoßen werden. Die Häufigkeit kernloser Individuen fiel mir von vornherein auf. Sie zeigten stets eine Ruptur im Ectosark, durch die die Kerne ausgetreten waren, und zwar vollständig, denn das Plasma enthielt keine Kernreste und färbte sich in demselben Ton wie das mit Kernen versehener Tiere. Diese Tatsache des gleichen Verhaltens in Bezug auf Färbbarkeit und Gestalt bei Tieren mit und ohne Kern war beachtenswert, denn sie scheint mir zu beweisen, daß die Tiere im Moment der Fixation noch am Leben waren. Sie mußten also entweder ohne Kern gelebt haben, oder der Kernaustritt ist nach der Fixation infolge von Schädigungen auf dem Transport eingetreten. Auf das letztere schienen mir Bilder hinzuweisen, die dem in der Fig. 22, Taf. II, dargestellten, häufig beobachteten entsprechen. Ebenso oft fand ich aber auch Individuen, deren Ectosark an einer Stelle in der Gegend des Kerns stark verdünnt war, die gleichsam einen für den Kernaustritt prädestinierten Punkt, einen „locus minoris resistentiae“, besaßen (Taf. II, Fig. 23). Ohne Zweifel sprach dieser nicht vereinzelte Befund dafür, daß der Kernaustritt schon vor der Fixation eintreten pflegt. In dieser Vorstellung bestärkte mich die Beobachtung von Nematoden im Endosark der Tiere. Diese Parasiten waren zweifellos in ihre Wirte durch die Ruptur des Ectosarks gedrungen, durch welche vorher der Kern ausgestoßen worden war. Auch scheint mir der Austritt des Kerns aus den mit Formol konservierten Tieren bei der schnellen und bedeutenden Erhärtung der äußeren Körperschicht kaum möglich. Ich versuchte wiederholt, durch starkes Quetschen des Tieres den Kern in ähnlicher Weise zu entfernen, wie es auf der Fig. 22 geschieht, erreichte aber stets nur ein förmliches Zersplittern des spröden Zelleibes. Daß aber der Kernaustritt während der Fixation als eine Folge davon eingetreten sein soll, ist deshalb unwahrscheinlich, weil wohl sonst, wenn auch nicht sämtliche, so doch eine bei weitem größere Zahl der Tiere ihn verloren haben müßte. Alle diese Beobachtungen, vor allem aber die Tatsache, daß sich in kernlosen Individuen parasitische, durch die Lücke des Ectosarks eingewanderte Nematoden befinden, zwingt uns zu der Annahme, die Tiere hätten in kernlosem Zustande noch vegetiert. Einen sicheren Aufschluß wird bezüglich dieser merkwürdigen Erscheinung, wie in Bezug auf viele andere, aber erst eine Lebendbeobachtung dieser Infusorien bringen können. Ein Analogon für dies Verhalten der *Pycnothrix* finden wir bei den Ciliaten nicht. Ohne sie zum Zerfließen zu bringen, läßt sich ihr Kern nicht entfernen; dagegen beobachtete HOFER<sup>1)</sup> tagelange Bewegungen ihrer Kerne beraubter Amöben.

### Parasitische Nematoden.

*Pycnothrix monocystoides* weist zu seinen vielen anderen Eigentümlichkeiten auch noch die auf, daß in ihm ein parasitisches Metazoon, ein Nematode, schmarotzt. Ich habe die mit dem Parasiten be-

1) B. HOFER, Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß des Kerns auf das Protoplasma. Jenaische Zeitschr., Bd. XXIV, 1889.



hafteten Individuen nicht gezählt, glaube aber, daß wohl jede zehnte *Pycnothrix* den Wurm enthält. Ich fand die Würmer bis zu dreien im Endoplasma liegen. Zu ihrem Eindringen in das Infusor benutzen sie Lücken des Ectosarks oder bei unversehrten Tieren den Excretionsporus, wie es Fig. 12, Taf. I, wiedergibt. Man findet sie demgemäß meistens ganz oder teilweise im Kanalsystem liegen, dessen Wandung sie zuweilen durchbrechen. Ueber die Bauverhältnisse dieses Nematoden vermag ich vorläufig noch nichts zu sagen, da ich ihm nur nebenbei meine Aufmerksamkeit schenken konnte.

Bei Infusorien sind, so viel mir bekannt wurde, bisher noch keine parasitischen Metazoen angetroffen worden. Wohl aber führt BÜTSCHLI<sup>1)</sup> unter den Flagellaten *Volvox* an, bei dem, wie schon EHRENBERG beobachtete, Rotatorien schmarotzen, und *Noctiluca*, die nach POUCHET von einem *Distomum* heimgesucht werden soll. Durch mündliche Mitteilung erfahre ich von Herrn Dr. HARTMANN, daß er auch bei *Volvox* Nematoden auffand.

### Teilung.

Die Teilung von *Pycnothrix monocystoides* wird durch einen sehr merkwürdigen Vorgang eingeleitet, der bei keinem anderen Protozoon ein Analogon hat, nämlich die Abschnürung und Abstoßung eines kernlosen Teiles des Zelleibes. Sämtliche von mir gefundenen Teilungsstadien ließen den Vorgang selber oder die Spur davon einwandfrei erkennen. Er geht so vor sich, daß sich das dünne Hinterende des Tieres in der Gegend des Excretionsporus stark gegen das Vorderteil einbiegt. Dadurch bilden sich tiefe Furchen in der konvexen Seite des Tieres (Fig. 24, Taf. II). Solche Anfangsstadien der Teilung fand ich in verhältnismäßig großer Anzahl. Sie waren überdies durch Veränderungen des Kerns charakterisiert, derselbe pflegt sich auch nach Beginn der Teilung eigentümlich zipfelförmig in die Länge zu ziehen. Die Abschnürung des Schwanzendes selber findet zu verschiedenen Zeiten der Kernteilung statt. Auf den in den Figg. 25, 26 dargestellten frühen Stadien, die häufig vorkommen, war sie bereits vollendet und die Abschnürungsstelle nicht mehr erkennbar.

In den vorgerückteren Phasen der Teilung (Figg. 27, 29, 30a) stand das Hinterende aber noch im lockeren Zusammenhang mit dem Tier, so zwar, daß es bei der Präparation des in Fig. 30a abgebildeten Individuums abbrach. Bemerkenswert ist, daß es an der Oberfläche des Tieres gleichsam nach vorn zu rücken scheint. Denn anders kann ich mir die Verhältnisse der Figg. 27, 30a nicht erklären, in denen das Hinterende nicht mehr terminal liegt, sondern mehr nach vorn, sogar bis etwa zur Mitte vorgerückt ist. Infolge dieses Vorganges ist die Größe aller in Teilung begriffenen Tiere im Vergleich mit den ungeteilten reduziert, was durch Betrachtung der gleich stark vergrößerten Abbildungen auf Taf. II sich ergibt. Hier scheint also die Veränderung der Kernplasmarelation, welche nach R. HERTWIG<sup>2)</sup> die Zellteilung auslöst, durch den Teilungsvorgang allein noch nicht aufgehoben werden zu können, sondern es müßte noch ein ganz erheblicher Teil des Zelleibes zu diesem Zweck zugrunde gehen. Bisher war es nur von Kernsubstanzen bekannt, daß sie einer Degeneration zum Zwecke der Aufrechterhaltung dieses Verhältnisses erlagen.

Wie bereits erwähnt, zieht sich der Macronucleus zu Beginn der Teilung zipfelförmig aus und die Differenzierungen verschwinden in ihm, werden also wohl zurückgebildet. Später nimmt er Hantelform an, auf welchem Wege, kann ich wegen Mangels der hier fehlenden Stadien nicht sagen. Seine Struktur wird dann, wenigstens im Verbindungsstück, feinfädig, vermutlich durch reihenweise Anordnung der Microsomen (Figg. 28, 29). Die Hantel kann zu einem langen, mit verdickten Enden versehenen Gebilde heranwachsen, wie Fig. 30a darstellt. Eine spätere Phase der Teilung fand ich nicht.

1) O. BÜTSCHLI, l. c.

2) R. HERTWIG, Ueber das Problem der sexuellen Differenzierung. Verh. d. Deutschen Zoolog. Gesellschaft, 1905.

Ueber die Verhältnisse des Zelleibes während der Teilung bin ich mir bei der kleinen Zahl der von mir gefundenen vorgerückten Phasen, die sämtlich in den Figg. 27–30a abgebildet sind, nicht ganz klar geworden. Eine geringe Veränderung tritt schon in den einleitenden Stadien im Endoplasma ein, das sich seiner Excrete entledigt und auch das excretorische Kanalsystem mehr oder weniger rückbildet. Wie sich dieses in den Teilsprößlingen Neubildet, war in meinen Präparaten nicht erkennbar. Während der Kern hantelförmig wird, legt sich im Ectosark des hinteren Teilsprößlings eine neue Wimperfurche an, welche etwa in der Mitte des reduzierten Zelleibes in querrer Richtung bogenförmig abbiegt (Figg. 29, 30a). Einen ebensolchen queren Bogen sieht man in der gleichen Höhe von der diametral gelegenen alten Wimperfurche der gegenüberliegenden Seite verlaufen, aber nicht in demselben Sinne wie der erste, sondern ihm entgegengesetzt. Das hintere Tochterteil besitzt also auf diesem Teilungsstadium drei Wimperfurchen: die beiden des Muttertiers und eine neuangelegte, von denen eine später rückgebildet werden muß. Der vordere Teilsprößling weist nur die beiden des Muttertiers auf. Die durch die quergerichteten Bogen hervorgerufene Ringfurche umgibt das Tier mithin nicht in seinem ganzen Umfange, sondern gleichsam nur zwei gegenüberliegende Quadranten, während die beiden anderen noch ungefurcht sind. Ein weiteres Stadium, das diese komplizierten Verhältnisse klarer erkennen und verfolgen ließe, suchte ich vergebens in meinem Material.

Auf frühen Teilungsstadien beobachtete ich gelegentlich, daß die beiden alten Wimperfurchen, welche für gewöhnlich den vorderen Pol nicht erreichen, sich hier bis zu demselben erstrecken, und zwar waren die Furchen in diesem Falle etwas erweitert und an ihren Rändern mit flachen Einbuchtungen versehen (Fig. 26). In den meisten Anfangsstadien waren die Furchen jedoch normal, so dass mir die Bedeutung dieser merkwürdigen Erscheinung unaufgeklärt blieb.

### Conjugation.

Ob Paare, wie die in den Figg. 33, 34, Taf. II, abgebildeten, conjugierte sind, will ich selber noch dahingestellt sein lassen. Es waren die einzigen Exemplare, die ich in einem sehr innigen Zusammenhange miteinander fand. Beide Male gehörte das eine Individuum des Paares zu dem kleineren, das andere zum größeren Typus der *Pycnothrix*. Die Vereinigung war, wie die Figuren zeigen, in verschiedener, entgegengesetzter Richtung erfolgt.

Schnitte durch das in Fig. 34 abgebildete Paar boten höchst merkwürdige Verhältnisse dar. Das kleinere Tier war in die vordere Hälfte des großen bis an die äußerste Grenze des Endoplasmas vorgedrungen und lag nun hier allseitig vom Ectosark umgeben (Taf. III, Fig. 45a–c). Die hintere Hälfte des kleinen Tieres ragte indessen aus dem großen heraus. Die Vereinigung hatte dazu geführt, daß die Kerne beider Tiere auf gleiche Höhe zu liegen kamen, und der des großen Tieres hatte sich, beeinflusst durch den Körper des kleinen, stark abgeflacht. Die Schnittpräparate bewiesen jedoch, daß keine innigeren Beziehungen zwischen den Kernen bestanden. Sie zeigten ferner, daß die Vereinigung durch eine außerordentlich große Verletzung des einen bei vollständiger Erhaltung des anderen Tieres zustande gekommen war. Durch Quetschung des anderen, scheinbar conjugierten Paares stellte ich analoge Verhältnisse fest.

Mit Rücksicht auf die Spärlichkeit dieser höchst rätselvollen Befunde wage ich keine Schlüsse bezüglich ihrer Bedeutung zu ziehen.

### Systematische Stellung.

Der Besitz von Cilien mit Basalkörperchen, die Kernverhältnisse und die Querteilung weisen *Pycnothrix monocystoides* ohne Frage den Ciliaten zu. Dagegen gestatten die mannigfachen Besonderheiten

ihres Baues, das übermäßig entwickelte Ectosark, die Wimperrinnen mit den zahlreichen Cytostomen, das kanalartig verzweigte Excretionssystem, ganz abgesehen von den Unterschieden in der feineren Struktur, nicht, diese Form in eine der bestehenden Ciliatenordnungen einzureihen. Am meisten Ähnlichkeit, wenigstens äußerlich, finden wir noch mit den holotrichen Infusorien wegen der bis auf die Furchen gleichmäßigen Bewimperung. Andererseits entfernt die viel höhere Organisation *Pycnothrix* gerade wieder am weitesten von den Holotrichen, in denen wir wohl die primitivsten Ciliaten zu sehen haben. Es dürfte daher das Empfehlenswerteste sein, *Pycnothrix* als eine hoch differenzierte Form vorläufig den ciliaten Infusorien anhangsweise anzugliedern.

## Andere Infusorien aus dem Darm von *Hyrax capensis*.

Außer dem beschriebenen, alle bekannten Ciliaten an Größe weit übertreffenden Tiere fand ich in meinem Material noch andere kleinere Infusorien in großer Menge. Unter ihnen ließen sich zweierlei Typen unterscheiden, von denen ich aber, da ich nur auf konserviertes Material angewiesen war, nicht mit Sicherheit sagen kann, ob es zwei verschiedene Arten sind oder Entwicklungsstadien einer und derselben. Ersteres scheint mir nach meinen Beobachtungen das Wahrscheinlichere zu sein. Die größeren in den Figg. 15—17 abgebildeten Formen erreichen eine ansehnliche Größe: 460  $\mu$  Länge bei ca. 85  $\mu$  Breite. Die Mehrzahl war über 300  $\mu$  lang, die kleinsten Exemplare dieses Typus maßen ca. 90  $\mu$  in der Länge und 50  $\mu$  in der Breite. Ihre Gestalt erinnert etwas an eine Sichel. Ihre abgerundeten Enden sind schwach verjüngt. Die eine der Längsseiten ist ein wenig stärker gewölbt als die andere, häufig gerade, wodurch die schwach gebogene Form resultiert. Auf Querschnitten ergibt sich, daß sie drehrund sind (Fig. 46, Taf. III, ist nach einem schräg geführten Schnitt gezeichnet). Ihr größter Dickendurchmesser liegt, ähnlich wie bei *Pycnothrix*, mehr nach dem vorderen Pole hin.

Ihre sehr feine Pellicula ist, bei starker Vergrößerung betrachtet, deutlich längsgestreift. Die Längsstreifung entsteht, wie Schnitte erweisen, durch regelmäßigen Wechsel von breiteren, hellen und schmaleren, dunklen Streifen. Die hellen sind rippenartig vorgewölbt. Dicht neben den dunkleren Streifen verläuft eine Längsreihe feinsten, mit Eisenhämatoxylin färbbarer Körnchen, welche vermutlich die Basalkörperchen der Wimpern sind (Fig. 47, Taf. III). Unter der Pellicula liegt das sehr ansehnliche Corticalplasma. Es ist ungleich ausgebildet, an der geraderen Längsseite sehr reichlich, an der gebogenen dagegen spärlich. Es ist dichter strukturiert und dunkler färbbar als das Endoplasma. An der geraden Seite des Tieres, wie mir schien, nahe dem Vorderende beginnend und bis zum Hinterpole reichend, also ähnlich wie bei *Pycnothrix*, verläuft eine Wimperfurche, die besonders in ihrer hinteren Hälfte schwach wellenförmig erscheinen kann (Fig. 16, Taf. II). Auf Querschnitten überzeugt man sich, daß sie tief eingebuchtet ist in ganz derselben Weise, wie wir es bei *Pycnothrix* kennen lernten. Das Corticalplasma in ihrer Umgebung färbt sich zwar etwas stärker und schien auch schwach faserig strukturiert zu sein, ließ aber den komplizierten Myonemapparat der *Pycnothrix* nicht erkennen. Trotz dieses Mangels an Myonemen fiel mir auf, daß sich auch hier bei VAN GIESON-Färbung das Ectosark gelb, das Endosark dagegen rot tingierte. In das Endoplasma hinein konnte ich die Einbuchtungen der Furche nicht verfolgen und ebensowenig offene Cytostome an ihrem Grunde sehen, die aber wohl dennoch hier zu erwarten sind. Auf Schnitten wird das Ectosark gegen das Endoplasma durch eine scharfe, mit Eisenhämatoxylin dunkel färbbare Linie abgesetzt, die an der gefurchten Seite deutlicher ist als an der gewölbten.



Das Endoplasma ist lockerer strukturiert und infolgedessen schwächer färbbar als das Ectosark. Es ist reich an mannigfachen Einlagerungen plasmatischer und krystallinischer Natur. Zu ersterem möchte ich besonders schollenförmige Elemente rechnen, die sich mit Säurefuchsin rot färben und an Dotterplättchen erinnern. Unter den krystallinischen Gebilden fielen mir farblose Rhomben auf. Vacuolen, vor allem aber dem Röhrensystem von *Pycnothrix* ähnliche Einrichtungen vermißte ich im Endosark, jedoch bedarf gerade dieser Punkt sehr einer erneuten Untersuchung, weil das Endoplasma der kleineren Infusorien schlecht erhalten war. Dagegen waren Vacuolen von ganz ähnlichem Habitus wie *Pycnothrix* dem Corticalplasma eingelagert und oft sehr deutlich in einer Längsreihe angeordnet.

Der Macronucleus liegt meistens in der vorderen Hälfte des Tieres, seltener mehr nach dem Hinterende zu. Er ist fast ausnahmslos oblong mit einer größeren Achse von 36 und einer kürzeren von ca. 12  $\mu$  Länge. Die Längsachse verläuft in der Regel mit der des Tieres annähernd parallel. Quer zum Tiere gerichtete Kerne bilden seltene Ausnahmen. Der Macronucleus färbt sich sehr intensiv mit Boraxkarmin und enthält hin und wieder einige wenige, etwas blasser färbbare Nucleolen. Eine Kernmembran entdeckte ich nicht. Seine Oberfläche war oft eigentümlich eingekerbt (Fig. 15, Taf. I). Diese Kerben können tief in den Kernkörper hineinragen und ihn sogar ganz durchsetzen, so daß durch diese bruchartige direkte Teilung eine Vielkernigkeit resultiert. Demgemäß findet man auch öfter Tiere mit mehreren (bis 4 zählte ich) Kernen (Fig. 17, Taf. I).

Der Micronucleus ist ein 6  $\mu$  großes, schwach färbbares Körperchen, das in einer Vertiefung der Kernoberfläche ruht. Wegen seiner geringen Affinität zu Kernfarbstoffen ist mir über seine Struktur Näheres nicht bekannt geworden.

Außer den Kernen enthielten die meisten der von mir untersuchten Tiere noch kleine, 2–4  $\mu$  im Durchmesser messende Körperchen, die durch ihre starke Färbbarkeit mit Boraxkarmin auffallen. Sie sind von runder oder unregelmäßiger Form und sehen entweder gleichmäßig rot aus oder enthalten größere und kleinere rote Körnchen in einer schwach färbbaren Grundsubstanz (Fig. 18, Taf. I). Ueber die Bedeutung dieser Körperchen, speziell über ihre eventuellen Beziehungen zum Kern, vermag ich nichts zu sagen, da letztere stets vollkommen intakt erschienen.

Von den eben beschriebenen Infusorien weichen die des zweiten, kleineren Typus in mehreren Beziehungen ab (Figg. 19–21, Taf. I). Zunächst durch ihre Größe, die niemals die ansehnlichen Maße der vorigen erreicht. Der Längsdurchmesser schwankt zwischen 30 und 12  $\mu$ , der Querdurchmesser zwischen 16 und 36  $\mu$ . Die Tiere besitzen meistens ein gedrungenes, ovales bis fast kugeliges Aussehen. Die Oberfläche ist ebenso fein längsgestreift wie die der vorigen. Sie wird von einer sehr feinen Pellicula gebildet, unter der ich aber kein Corticalplasma wahrnehmen konnte. Das Studium der Bewimperung wurde durch den Mangel von Lebendbeobachtungen bei diesen kleinen Objekten sehr erschwert. Eine den Wimperfurchen der vorigen vergleichbare Einrichtung nahm ich wohl wahr, aber sie schienen mir nicht parallel zur Längsachse, sondern mehr schräg dazu zu verlaufen und auch nicht die Ausdehnung zu besitzen, die wir bei den oben beschriebenen Infusorien fanden (Fig. 19, Taf. I). Das Endoplasma dieser kleinen Form enthielt viel weniger Körnchen als das der sichelförmigen und erschien deshalb gleichförmiger.

Vacuolen von ansehnlichem Umfange waren zu einer oder zu mehreren vorhanden, jedoch vermißte ich dann die einreihige Anordnung, die für die sichelförmigen Infusorien charakteristisch ist.

Einen nicht unerheblichen Unterschied fand ich auch im Bau des Kerns. Er war stets rundlicher und dabei grobkörniger strukturiert als der Macronucleus der vorher beschriebenen Form, und seine Oberfläche war glatt und nicht eingekerbt. Die Länge seiner Achsen beträgt ca. 14 resp. ca. 9  $\mu$ . Ein Micro-